

ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS

ALBERTO PEON

I N T R O D U C C I O N

Los estudios de viabilidad tienen por objeto hacer un análisis económico teórico de un hipotético negocio minero que se establece en virtud de la existencia de un yacimiento.

Prestaremos atención a un primer paso que podríamos denominar prefactibilidad, teniendo en cuenta que en una primera etapa no se deben emplear demasiados esfuerzos en el tema de los costes, donde las desviaciones, aunque pueden ser considerables son más o menos análogas a otros tipos de empresa.

La peculiaridad y consiguiente mayor peligro se da en el cálculo de los ingresos que incluye dos factores de alto riesgo: evaluación de reservas y precio del producto. El primero, por separarse mucho del concepto tradicional de inventario de mercancías y consistir fundamentalmente en técnicas de estimación poco cerradas a los errores. El segundo, por tratarse, como en algunos otros sectores, de un precio-aceptante.

El planteamiento de un estudio de viabilidad no difiere del que se podría plantear para cualquier otro tipo de negocio:

$$\text{INGRESOS} = \text{COSTES} + \text{MARGEN}$$

Haciendo el desarrollo para una empresa minera:

valor de la producción = costes de operación (explotación y tratamiento)
+ gastos generales + gastos de investigación + gastos financieros + amortización + beneficio.

A lo largo de la exposición conviene prestar atención en que momento nos estamos refiriendo a valores totales, unitarios o anuales.

CALCULO DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION

Vamos a centrarnos en aquel caso en que el valor del producto depende de una ley de contenido, aunque los conceptos puedan hacerse extensibles a casos en los que el valor del producto se calcula por volúmenes, superficies, belleza, etc.

En primer lugar debemos enfrentar dos conceptos fundamentalmente diferentes, aunque relacionados, y que son: la evaluación del yacimiento geológico y la producción en «boca de mina». Por evaluación se entiende la cuantificación de la geometría y contenido de un yacimiento. Tal concepto lleva implícito el que al yacimiento le hemos asignado una forma geométrica y a ella se refieren los otros parámetros, tonelaje, ley, etc.; pero es fácil comprender que dicha forma no tiene por que coincidir con la geometría de la explotación. Dicho de otra forma: o no se explota todo el yacimiento (concepto de recuperación) y/o se incluye rocas no consideradas en el yacimiento inicial (concepto de dilución). En todo caso el producto que se envía a la planta de tratamiento (todo uno) no coincidirá en tonelaje y ley con el yacimiento inicial y la diferencia entre uno y otro depende del método de explotación. Tenemos, pues, que afectar a la evaluación del yacimiento con unos índices estimados en porcentaje (recuperación y dilución). Como hemos dicho, ambos valores dependen del método de explotación, que a su vez es función de la geometría del yacimiento.

La producción que se envía a la planta de tratamiento (todo uno) no constituye normalmente el producto vendible, aunque los costos unitarios se refieren a él. La venta se realiza sobre concentrados y realmente es sobre este tipo de producto como se calcula el valor. Esto nos obliga a introducir un nuevo concepto que es el de rendimiento de la planta de concentración, que hace referencia al producto realmente aprovechado y que no pasa a formar parte de los diques de estériles. Estamos, pues, ante un nuevo valor aproximado y expresado en porcentaje. Asimismo, para el cálculo del valor de la producción se debe conocer el tipo de ley del concentrado usual en el mercado.

A continuación se presenta un ejemplo correspondiente al cálculo del valor unitario para el caso de la galena:

$$1 \text{ TTU} = \frac{\text{Ley TTU} \times \text{Rendimiento tratamiento} \times \text{precio de la Tm. concentrado}}{\text{Ley de concentrado}}$$

$$1 \text{ T. concentrado} = f(\text{ley, rendimiento fundición, precio metal, gastos de fundición, contenido en otros metales}).$$

Ejemplo para la galena (cotización diciembre, 1976)

$$1 \text{ T. concentrado} = (0,95 \times 0,70 \times 37.800) - 5.250 + \frac{800 - 31,1035}{1.000} \times 9.793,71$$

$$= 27.417.- \text{ Ptas.}$$

Supuesto:

0,95	-Rendimiento fundidor (fijo para el plomo)
0,70	-Ley de concentrado en tanto por uno (usual en el mercado)
37.800	-Valor de la tonelada de plomo (precio cotización plomo metal).
5.250	-Cuota del fundidor
800	-800 gr./tm. de plata (contenido en los concentrados).
31,1035	-Factor de fórmula
9.793,71	-Precios de la plata (precio cotización plata metal).

$$1 \text{ TTU} = \frac{2,62 \times 0,85 \times 27.417}{70} = 872,25.- \text{ Ptas.}$$

Supuesto:

2,62	Ley del T.T.U. (%)
0,85	Rendimiento lavadero
27.417	Precio tonelada de concentrado
70	Ley de concentrados (%)

En resumen podemos ver por lo expuesto hasta ahora la incidencia de determinados factores, como son la fluctuación de precios, la introducción de índices aproximados en porcentajes, etc., todos ellos incidentes en el valor unitario de la producción. Pero sin duda alguna, el factor reservas que nos permite pasar del valor unitario al valor total es el que mayor riesgo puede entrañar. Por ello no debe cansar el recordar la importancia decisiva que, en los estudios de viabilidad, tiene la evaluación en cuanto que es la estimación del contenido y geometría de nuestro inventario de existencias.

COSTES DE PRODUCCION

Los costes de producción pueden clasificarse de acuerdo con diversos criterios, atendiendo todos ellos en esencia a dos: a) función y b) naturaleza. Dichas clasificaciones tienen fundamentalmente una función contable.

En cuanto al cálculo nos interesa el desglose de los costes de producción en: costes de operación, gastos generales y gastos de investigación.

Un dato del que se puede disponer con relativa facilidad es el de coste unitario de operación por tonelada movida en una explotación de referencia. Partiendo de este dato podemos extrapolar a nuestra hipotética mina para cualquier capacidad que deseemos darle utilizando una función de tipo: ¹

$$C_{10} = K_1 (Q)^q$$

«q» tiene signo menos y depende del tipo de explotación, la constante K_1 podemos calcularla para la mina de referencia en la que conocemos el coste unitario de operación (C_{10}) y la capacidad de producción (Q). Dicha constante varía con el tiempo.

En cuanto a los gastos generales, normalmente, se estiman con carácter aproximado y se expresan en relación al coste unitario de operación. Si los incluimos en la fórmula anterior obtenemos el coste unitario de producción en función de la capacidad de producción:

$$C_{1p} = K_1 (Q)^q + G_g$$

Hasta ahora nos hemos referido al coste unitario por tonelada movida, en virtud de que se trata de una magnitud fácilmente comparable. Si queremos obtener el coste unitario por tonelada todo-uno (C_m) debemos tener en cuenta la relación estéril/mineral (r), la cual depende de la geometría del yacimiento. En este caso la capacidad de producción Q será igual a $(1+r)P_{am}$ y el coste unitario de producción de tonelada todo-uno (C_{pm}) será:

$$C_{pm} = (1+r) K_1 \left[(1+r)P_{am} \right]^q + G_g$$

P_{am} - producción anual de mineral todo uno

En cuanto a los gastos de investigación pueden incluirse en los anteriores gastos generales, aunque es muy conveniente estimarlos independientemente y en relación con el valor de la producción (aproximadamente del 5 % del valor de la producción).

Hasta el momento estamos en condiciones de calcular el valor de la producción y los costes de producción. Si hacemos el valor de la producción igual a los

¹ No se tiene en cuenta la opción de distintos niveles de producción para una capacidad de instalación determinada. Es decir, en cierto modo se hace coincidir capacidad de producción y ritmo de producción.

costes de producción, es decir, que el margen sea igual a cero, podemos calcular las condiciones mínimas que debe tener el mineral para que con una capacidad de producción determinada se cubran los gastos de producción (ley de corte técnica).

AMORTIZACION Y GASTOS FINANCIEROS

Ambos términos dependen de la inversión realizada y del tiempo que dure dicha inversión.

Para el cálculo de la inversión necesaria podemos utilizar una función del tipo siguiente:

$$I = K_2 (Q)^n$$

I = Inversión

Q = Capacidad de producción

n = Constante que depende del tipo de explotación (signo más)

La constante K_2 es variable en el tiempo y se puede calcular para una mina de referencia.

Una vez conocida la inversión y el tiempo que se quiere que dure dicha inversión, el plazo de amortización se obtiene por simple división. En cuanto al cálculo de los gastos financieros se puede estimar un tipo de interés medio del 10-15 % de la inversión realizada y no amortizada.

Si hacemos que el valor de la producción iguale a los costes de producción más la amortización más los gastos financieros, es decir, si hacemos el beneficio igual a cero, obtenemos las condiciones mínimas económicas de explotabilidad (Ley Corte Económica).

EL FACTOR TIEMPO

Le confiere una característica peculiar a la empresa minera frente a otro tipo de empresas. Por un lado no se da el criterio de continuidad que aparece tanto en la estructura financiera como en los aspectos contables de otras empresas. Por otro tiene incidencia en decisiones constitutivas tales como el dimensionamiento (capacidad de producción) que en otros casos dependen fundamentalmente de la capacidad de la demanda y no del tiempo de funcionamiento de la empresa. Prácticamente todo queda dicho en el momento en que hay que plantearse la «vida de la mina».

Dado que las reservas son limitadas y que hemos de decidir un ritmo de producción, automáticamente queda fijada la vida de la mina.

Antes de seguir adelante vamos a analizar las circunstancias que inciden en la capacidad mínima de producción. En primer lugar tenemos que hablar de lo que es un cálculo de la economicidad de una inversión. Entre los distintos métodos hay que destacar el llamado Pay-Back, Pay Out Time o Período de recuperación, que no consiste en otra cosa que en calcular el tiempo que tardaría en recuperarse la inversión. A pesar de la simplicidad del método, que no tiene en cuenta que la duración de la instalación es normalmente superior a su amortización, se trata de un método útil de evaluación en los casos de inestabilidad o incertidumbre ante el futuro. En minería suele considerarse un tiempo máximo aproximado de recuperación de diez años.

El procedimiento para la presentación de los estudios de viabilidad consiste normalmente en simulaciones anuales de explotación, teniendo en cuenta las variables: ley, reservas, capacidad y tiempo de recuperación. Se obtienen cuadros similares a los siguientes: (cuadros 1 y 2)

CAPACIDAD	MARGEN ANUAL	INVERSION	CONDICIONES MINIMAS	
			VIDA MINIMA (PAY BACK)	RESERVAS MINIMAS
CASO 1				
CASO 2				

CUADRO 1 : Fijando una ley se simulan varias capacidades.

AÑOS	LEY	VALOR PRODUC.	COSTE PRODUC.	AMORTIZACION Y GASTOS FINANCIEROS (10 años max.)	BENEFICIO	CONDICIONES MINIMAS	
						LEY MINIMA	RESERVAS MINIMAS
1							CIFRA CORRESPONDIENTE AL TIEMPO DE RECUPERACION
2							
3							

CUADRO 2 : Fijando reservas, ley, tiempo de recuperación máximo y capacidad, se simula la explotación.

El primer cuadro nos permite una selección previa de opciones, jugando con las condiciones mínimas (vida y reservas).

En el segundo cuadro se analizan opciones concretas de capacidad, fijando un máximo para el tiempo de recuperación. Dentro de las condiciones mínimas, la ley mínima representa la ley de corte económica y su comparación con la ley real nos da un índice de riesgo. De la comparación entre las reservas mínimas (cifra correspondiente a la producción hasta la recuperación de la inversión) y las reservas estimadas también obtenemos información sobre lo ajustado o no del negocio.

Al igual que en otras actividades, el factor tiempo debe ser considerado al tratar la columna del beneficio, pensando que las ganancias futuras tienen un valor presente diferente.